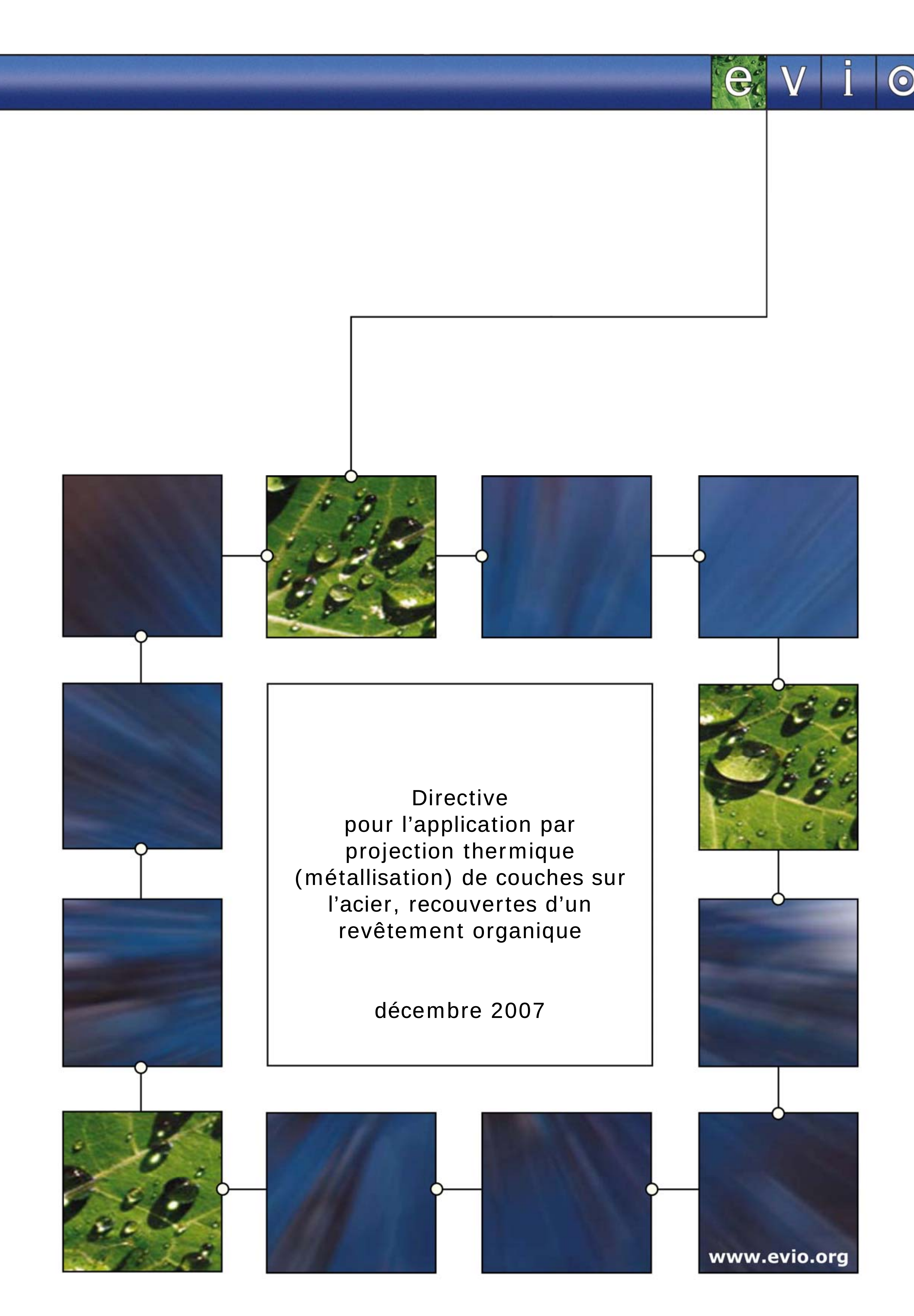


Directive pour l'application par projection thermique (métallisation) de couches sur l'acier, recouvertes d'un revêtement organique

décembre 2007

Cette directive a été rédigée grâce à la collaboration de l'association belge des traitements de surface des matériaux VOM asbl, de l'association néerlandaise des traitements de surface VOM, de l'association belge des métalliseurs FMB et des délégués de l'industrie. Cette directive, document utile pour les entrepreneurs en Belgique et aux Pays-Bas, commente les différents aspects qui contribuent à un système durable « métallisation + revêtement organique » satisfaisant aux propriétés exigées par le client/donneur d'ordre.

Tous nos remerciements à:
Gunnar Ackx, SCICON WORLDWIDE (De Haan, BE)
Marc De Bonte, SIRRIS (Leuven, BE)
Rob Eijkenboom, OAK – ACS (Bocholtz, NL)
Veerle Fincken, VOM asbl (Leuven, BE)
Rard Metz, VOM (Nieuwegein, NL)
Alex Laureyns, RAL (Eeklo, BE)
Patrick Plessers, ROBINCO (Kontich, BE)
Johan Sevenants, HOLDING SNCB (Brussel, BE)
Johan Strubbe, OXYPLAST (Mendonk, BE)
Georges Thielman, EUROMAT AIR (Machelen, BE)
Karine Van Cauteren, présidente FMB asbl, METALLISATIE VAN CAUTEREN (Dendermonde, BE)
Ad van den Dries, STRABEKO (Tilburg, NL)
Ronny Van Poppel, IEMANTS (Arendonk, BE)
Walter Vanhees, SURFACE CONSULT (Holsbeek, BE)

Coordination:
Veerle Fincken
veerlefincken@evio.org
v.fincken@vom.be

Renseignements:
EVIO
Postbus 1122
NL-5900 AC Venlo
Tél. +31 77 3208101
info@evio.org

Table des matières

1 Avant-propos

L'excellente protection qu'offre un système duplex contre la corrosion de l'acier est bien connue. Dans cette directive nous nous limitons à l'application par projection thermique de couches de zinc, d'aluminium ou d'alliages sur l'acier (en jargon professionnel : la métallisation) recouvertes d'un revêtement organique. La couche de métallisation, en contact avec l'acier, offre la protection cathodique. Le revêtement organique appliqué sur cette couche forme une barrière entre l'acier métallisé et l'environnement corrosif (oxygène, eau, pollution, etc.).

Avant la métallisation, le sablage offre un excellent nettoyage de la surface de l'acier et permet d'obtenir la rugosité voulue. La métallisation est appliquée sur des constructions en acier sablées, à l'aide d'un pistolet de projection à la flamme ou d'un arc électrique. Lors de ce processus, du zinc, de l'aluminium ou un alliage de zinc/aluminium fondu est appliqué sur la pièce sablée à l'aide d'air comprimé. Si on applique du zinc ou un alliage de zinc/aluminium, on parle dans la littérature de zingage par pulvérisation, métallisation, projection de métaux ou schoopage. Si on applique de l'aluminium, on parle d'aluminisation. Dans cette directive, le terme métallisation est utilisé pour désigner la projection thermique de zinc, d'aluminium ou d'alliages de zinc/aluminium destinée à embellir des constructions en acier ou à les protéger contre la corrosion.

La métallisation a, par rapport à d'autres techniques, un certain nombre d'avantages essentiels. Cette technique impose peu de restrictions quant aux dimensions des constructions à traiter. Le risque de déformation est également minime lors de l'application de la couche de métallisation étant donné que la pièce ne subit qu'une légère augmentation de température. Contrairement à la galvanisation à chaud, la composition de l'acier n'est pas critique.

Les couches appliquées par projection thermique peuvent varier de 50µm à 300µm. La rugosité de la couche de métallisation favorise l'adhérence de la couche organique et ce sans prétraitement chimique et/ou mécanique. On distingue trois groupes de produit selon les circonstances d'utilisation et l'application : la projection de zinc, d'aluminium ou d'un alliage Zn/Al (85/15). Même si l'alliage Zn/Al (85/15) est le plus souvent utilisé en Europe occidentale pour conférer une protection supplémentaire à la corrosion, ces dernières années les autres groupes de produit gagnent également du terrain. L'aluminisation connaît un succès grandissant quand il s'agit d'environnements maritimes, offshore et agressifs.

Les applications sont multiples : le revêtement de grillages et de clôtures, ponts, écluses, containers placés dans un environnement agressif, etc. Ce système garantit une longue durée de vie. Pour obtenir un résultat optimal, tant visuel qu'anti-corrosif, il est important d'exécuter correctement toutes les étapes du processus et de les ajuster les unes aux autres.

La gestion industrielle de la métallisation et de l'application de couches organiques est soumise à une réglementation sévère en matière d'environnement et de sécurité du travail. Dans cette directive, nous partons du principe que la gestion industrielle est en accord avec la réglementation et les prescriptions en vigueur.

2 Objet et champ d’application

Cette directive aborde :

- La terminologie et le jargon professionnel (point 3)
- La composition du matériau de base et la préparation de la construction en acier (point 4)
- Le pré-traitement (sablage) du matériau à traiter (point 5)
- L’application subséquente d’une couche de zinc, d’aluminium ou d’alliage (point 6)
- L’application subséquente d’une couche de peinture (peintures liquides, peintures poudres) (point 7)
- Les phases entre les différentes étapes du processus
- Le contrôle de qualité après chaque étape du processus

Cette directive n’a trait qu’à l’amélioration de la résistance à la corrosion atmosphérique et à l’embellissement des constructions en acier. La projection thermique destinée à améliorer la résistance à l’usure, dont la projection HVOF, n’entre pas dans le cadre de cette directive. Celle-ci n’aborde également pas la projection thermique sur des aciers de haute qualité et sur de l’acier à résistance élevée.

L’objectif de cette directive est d’aboutir à un processus industriel contrôlable et reproductible qui fournit un produit satisfaisant aux exigences de qualité attendues par le client/donneur d’ordre.

3 Termes en définitions

Cette directive utilise les définitions suivantes :

Aluminisation:
La métallisation à l'aide d'aluminium au lieu de zinc ou d'un alliage.

Synonymes: projection d'aluminium, thermal sprayed aluminium ou, en abrégé, TSA.

Applicateur:
Entreprise qui – après la métallisation - applique les revêtements (coating) organiques.

Processus industriel maîtrisé:
Un processus contrôlable et reproductible satisfaisant à certaines prescriptions.

Coating:
Le revêtement organique (peinture liquide ou poudre) appliqué sur un matériau de base.

Fournisseur de produits de revêtement:
Fabricant/commerçant qui vend des poudres et/ou des peintures à l'applicateur.

Système Duplex:
L'application sur l'acier de zinc revêtu d'une couche organique.

Métalliser:
Recouvrir d'une fine couche de métal.

Lors de ce processus, un matériau (zinc ou alliage) sous forme de fil ou de poudre est fondu par addition de chaleur, après quoi les gouttes ainsi formées sont accélérées par un flux de gaz et viennent s'écraser à haute vitesse sur une pièce sablée. Cela peut se faire de manière **autogène** (projection de fil ou projection à la flamme autogène) ou **électrique** (arc électrique, projection électrique de fil).

Dans la branche le terme métalliser est utilisé pour désigner la projection thermique de zinc, d'aluminium et de leurs alliages destinée à embellir des constructions en acier ou à accroître la résistance à la corrosion. Cette définition est retenue dans la présente directive.

Métalliseur:
Entreprise qui applique la couche de métallisation par projection thermique tel que défini dans cette directive.

Dégazage:
L'émanation de gaz de la couche de métallisation lors du processus de cuisson du revêtement organique.

Peinture poudre:
Il existe deux sortes de peinture poudre : les poudres thermodurcissables et thermoplastiques.

Schoopage:
L'application d'une couche de métallisation sur l'acier par projection à la flamme de fil de zinc ou de poudre de zinc.

Projection thermique:
Il s'agit de la dénomination commune pour la projection d'un métal fondu, de céramiques ou de d'une matière plastique sur un autre métal.

La galvanisation à chaud:
La formation d'un revêtement de zinc et/ou d'alliages de zinc/fer sur des pièces en acier par immersion, après prétraitement, dans du zinc fondu.

La galvanisation à chaud n'entre pas dans le cadre de cette directive. Nous référons à la 3ème édition revue et corrigée de septembre 2004 de la 'Directive belge duplex BPR 1197: Critères de qualité pour l'application industrielle de revêtements organiques sur l'acier galvanisé à chaud de manière discontinue (système duplex)' et aux 'Critères de qualité VISEM pour l'application industrielle de revêtements poudres sur l'acier galvanisé à chaud' édité en octobre 2005.

Poudre thermodurcissable:
Une réaction chimique a lieu lors de la cuisson d'une poudre thermodurcissable. Cette réaction est irréversible et aboutit à une couche infusible.

Poudre thermoplastique:
Lors de la cuisson d'une poudre thermoplastique les particules de poudre fondent et fusionnent, ce qui aboutit, après refroidissement, à un coating. Lors d'un réchauffement, ce coating redevient liquide.

Zingage par pulvérisation:
L'application d'une couche de zinc sur l'acier par projection à la flamme de fil de zinc ou de poudre de zinc.

4 Construction

4.1 Composition et conception du matériau de base

La composition du type d'acier n'a pas d'importance pour la métallisation.

Pour obtenir une bonne protection anticorrosion, l'acier doit être exempt de doublures et d'irrégularités (copeaux, écailles et écailles de surlaminage), de corrosion par piqûres et de vices cachés. Les défauts susmentionnés et d'autres défauts ne se révèlent qu'après le sablage. L'opérateur ne peut pas toujours détecter ces défauts à l'avance. Si ces défauts devaient toutefois se présenter, le métalliseur n'est pas responsable des suites dues à la mauvaise qualité de l'acier. Ces défauts doivent être mentionnés avant la métallisation.

4.2 Construction et soudures

4.2.1 Construction

Pour obtenir un bon résultat il faut tenir compte des règles suivantes relatives à la **construction** :

- Lors de la conception technique de la construction en acier il faut tenir compte de certaines règles de base en matière de construction, de manière à ce qu'aucune limitation ne surgisse par après pour la projection thermique. L' EN 15520 et/ou la NBN EN ISO 12944-partie 3 servent (sert) de fil conducteur lors de la conception technique.
- Les trous d'évacuation d'air, indispensables lors de la galvanisation à chaud, sont superflus lors de la métallisation et ne peuvent donc pas être présents.

4.2.2 Soudures

Le soudage et le forage doivent toujours être effectués avant la métallisation. Le constructeur doit tenir compte des points suivants en ce qui concerne les **soudures qu'il exécute** :

- Les soudures ne peuvent pas être trop polies pour éviter toute « perforation » lors du sablage. Des petits trous apparaissent pouvant provoquer la formation de bulles lors de l'application du revêtement. Le sableur ne peut en être tenu pour responsable.
- Il ne peut y avoir d'interruptions dans le cordon pour éviter toute formation de bulles lors de l'application du revêtement ainsi que pour éviter l'infiltration d'eau dans la construction, ce qui favorise l'éclatement du tuyau en cas de gel.
- Les boulons doivent être entièrement visés jusqu'au bout du filetage.
- Soudez le plus possible, de manière à ce que l'eau ne puisse pas stagner entre les parties soudées.
- Les projections de soudure doivent être enlevées. Celles-ci ne se détachent pas lors du sablage et provoquent la formation de rouille.
- Les fentes étroites, les coins difficilement accessibles, les parties se chevauchant et ne pouvant pas être soudées entre elles, les verrous ne pouvant pas être enlevés, etc. sont impossibles à protéger parfaitement contre la rouille!
- Soudez les constructions de sorte qu'il n'y ait pas d'eau qui stagne dans la construction. Veillez à ce que les dimensions des trous d'évacuation soient conformes à la NBN EN ISO 12944, partie 3:1998.

5 Prétraitement de la surface

5.1 Généralités

Pour obtenir un résultat final parfait, il est essentiel que le prétraitement soit correctement effectué. Nous faisons référence à la norme NBN EN 13507:2001.

Avant de sabler, le métalliseur doit s'assurer que la construction est exempte de toute trace d'huile et de graisse. Si une grande quantité d'huile et de graisse est présente sur la construction lors de la livraison au métalliseur, des exigences supplémentaires doivent être fixées préalablement à ce sujet en accord avec le donneur d'ordre et l'exécutant. Le métalliseur doit tenir compte de ces exigences. Les coûts relatifs aux opérations supplémentaires peuvent être facturées au donneur d'ordre.

L'objectif du sablage est d'une part d'éliminer les impuretés de la surface (e. a. anciennes traces de peinture, rouille, pellicule de laminage, …) et d'autre part d'obtenir un certain degré de rugosité indispensable à l'adhérence de la couche de zinc, d'aluminium ou d'alliages.

Le degré de pureté doit atteindre au minimum SA 2,5 (selon la norme NBN EN ISO 8501-1:2001). Le degré de rugosité peut être déterminé à l'aide de la valeur Ra et Rz. Ces valeurs sont généralement reprises dans le cahier des charges. Si ce n'est pas le cas, voici quelques valeurs indicatives :
Valeurs Ra :

- Valeurs Ra de 7-8µm pour des épaisseurs de couche de métallisation < 120µm
- Valeurs Ra de 11-12µm pour des épaisseurs de couche de métallisation > 120µm

D'autres valeurs peuvent se présenter selon l'application.

Valeurs Rz : de 50 à 85.

Pour satisfaire aux conditions susmentionnées, le sablage s'effectue entre autres à l'aide de grenailles d'acier, de grenailles en fonte ou de corindon (= oxide d'aluminium). Il est indispensable que le produit pour le sablage soit anguleux et acéré. Le produit de sablage utilisé et l'air comprimé doivent être secs et exempts d'impuretés (e. a. huile). Après le sablage la surface doit être dépoussiérée.

5.2 Contrôle de qualité de la surface sablée

Il y a lieu d'effectuer les contrôles suivants :

- Vérifier l'absence de toute trace de rouille ou d'impuretés à l'aide de la norme comparative NBN EN ISO 8501-1:2001.
- Mesurer la rugosité de la surface à l'aide d'un microrugosimètre, d'éprouvettes visuelles ou de ruban adhésif.
- Déterminer si la surface a bien été dépoussiérée (cf. classe 1 ou 2) selon NBN EN ISO 8502-3:1995.

6 Le processus de métallisation

Lors de la métallisation, on distingue trois groupes de produits. En fonction du fil ou de la poudre utilisé, on distingue le zinc, le zinc/aluminium et l'aluminium.

La couche de métallisation est caractérisée par une rugosité de la surface qui garantit toujours une bonne adhérence des couches de peintures additionnelles. La couche de métallisation est le support par excellence pour l'application de peinture liquide ou en poudre.

Les paragraphes suivants abordent l'influence qu'ont les propriétés spécifiques du processus, les conditions atmosphériques, le stockage et le transport, mais aussi l'épaisseur de couche, sur la qualité de la métallisation.

A l'annexe B vous trouverez un tableau comparatif confrontant épaisseur de couche et domaine d'application pour les trois groupes de produits (cf. NBN EN 2063:2005).

6.1 Processus : généralités

Le zinc, l'aluminium ou l'alliage utilisé doit satisfaire à la norme NBN EN ISO 14919 (2001).

Lors du processus de métallisation, on fait principalement la distinction entre la projection autogène et électrique. On parle de projection autogène lorsque l'énergie thermique provient d'un combustible (gaz ou liquide). Si l'énergie est de source électrique, on parle de projection électrique. Les réglages décrits dans le mode d'emploi du pistolet font office de valeurs indicatives.

Des mesures supplémentaires doivent être prises en matière de gestion de l'air et de sécurité quel que soit le procédé d'application. Il est également essentiel que l'air de traitement soit exempt d'humidité et que le débit soit suffisamment important pour obtenir une bonne rugosité et une bonne résistance d'adhérence.

L'application de la couche de métallisation s'effectue de préférence par autant de mouvements croisés que possible jusqu'à l'obtention de l'épaisseur de couche souhaitée. La distance de projection moyenne entre le pistolet et le substrat est de 15 à 25 cm. L'épaisseur totale de la couche ne peut pas être inférieure à l'épaisseur de couche minimale prescrite. Les couches de métallisation projetées ne peuvent comporter de défaut pour pouvoir garantir l'adhérence. La qualité de la couche de métallisation dépend en grande partie de l'expérience et de la formation de l'opérateur.

6.2 Conditions atmosphériques

Le processus de métallisation peut être réalisé dans l'atelier ou sur le chantier. Il est toutefois indispensable de veiller constamment à la propreté et à la netteté de ces espaces pour éviter d'inutiles formations de poussière. Les pièces doivent être protégées des intempéries telles que la pluie, le vent et le froid. La valeur indicative $\Delta T>3$ doit être respectée, ce qui signifie que la température de l'acier doit être au minimum supérieure de 3 °C au point de rosée.

La métallisation doit être effectuée dans un certain délai suivant le sablage. Les valeurs indicatives suivantes sont d'application pour déterminer ce délai :

En fonction du lieu d'exécution :
- 6 heures après le sablage dans un atelier protégé et ventilé
- 3 heures après le sablage en plein air et par temps sec
- 30 minutes après le sablage en plein air et par temps humide avec une protection spéciale contre la pluie, le brouillard et le froid.

En fonction de l'humidité de l'air ambiant dans l'atelier :
- 6 heures pour un degré d'humidité maximal de 60%
- 4 heures pour un degré d'humidité maximal de 75%
- 2 heures pour un degré d'humidité maximal de 85%.

Il est interdit de métalliser sur de l'acier mouillé. Avant de métalliser, il faut toujours contrôler si la pièce à traiter possède le degré de propreté et de rugosité souhaité.

6.3 Epaisseurs de couche

L'agressivité de l'atmosphère ambiante ainsi que la durée de vie requise déterminent l'épaisseur de la couche de métallisation.
Pour le Zn et les alliages Zn/Al l'épaisseur de couche se situe généralement entre 50µm et 150µm. Les systèmes de métallisation Zn/Al recouverts d'un coating offrent une protection anticorrosion optimale et limitent les coûts et la fréquence d'entretien.
En ce qui concerne l'aluminisation, les épaisseurs de couche varient généralement de 100µm à 300µm. Il n'est pas toujours nécessaire d'appliquer un coating protecteur supplémentaire. Pour déterminer la catégorie de corrosivité de l'atmosphère, se référer à la norme NBN EN ISO 12944-1 (Introduction générale) et NBN EN ISO 12944-2 (Classification des environnements). Les épaisseurs de couche conseillées (purement indicatif) par catégorie d'environnement pour les différents types de couches de métallisation, sont reprises au tableau B.1 de la norme NBN EN ISO 2063:2005. (voir également annexe B)

6.4 Contrôle de la qualité de la couche de métallisation

Epaisseur de couche
L'épaisseur de couche est mesurée à l'aide d'un mesureur d'épaisseur de revêtements selon EN ISO 2178 (méthode magnétique) comme indiqué dans la norme NBN EN ISO 2063:2005.

Aspect extérieur / contrôle visuel
La couche appliquée (zinc, zinc/aluminium et aluminium) a un aspect uniforme et est exempte d'éclaboussures, de particules métalliques non-adhérentes et de défauts en général.

Adhérence
L'adhérence est mesurée à l'aide d'une des méthodes suivantes :
- Selon le test de quadrillage comme indiqué dans la norme NBN EN ISO 2063:2005;
- Selon le test dolly comme indiqué dans la norme NBN EN ISO 2063:2005.

6.5 Stockage et transport

Les pièces métallisées doivent être stockées dans un endroit sec et être transportées, sèches, à l'atelier de peinture (de préférence dans un camion fermé). Si les pièces métallisées ont été mouillées, des problèmes peuvent surgir lors de l'application des couches de finition subséquentes (par exemple détachement du coating). Il est donc conseillé d'effectuer la métallisation et d'appliquer le coating dans une même entreprise.

Il faut en outre prévenir toute pollution entre les couches, c'est-à-dire qu'il faut éviter la déposition de graisse, d'impuretés, d'humidité sur la métallisation. L'emploi de ruban adhésif, de ruban d'acier non-traité, de marqueur ou d'autocollants sur la métallisation n'est également pas autorisé pour éviter une mauvaise adhérence du coating.

6.6 Contrôle visuel final et post-traitement de la couche de métallisation

Après la métallisation, il est conseillé au métalliseur d'effectuer, de concert avec le donneur d'ordre, un contrôle visuel final. Les éventuelles éclaboussures et la poussière sont enlevées par le métalliseur. Il est déconseillé d'effectuer d'autres post-traitements avant l'application du coating.

Après la métallisation, l'application du coating sur les pièces doit être réalisé aussi rapidement que possible. Sur un chantier, le coating doit être appliqué dans les 4 heures qui suivent la métallisation. Dans un atelier, cette application doit être effectuée de préférence dans les 24 heures. Si un produit métallisé doit être recouvert d'un coating, il est fermement déconseillé de le laisser plus de 24 heures sans coating protecteur.

7 Système de revêtement

7.1 Généralités

Différents types de couches de revêtements organiques peuvent être appliqués sur de l'acier métallisé, que ce soit des revêtements de peinture liquide ou de poudres constitués de une ou plusieurs couches. Le choix du système de revêtement dépend principalement des exigences imposées par le donneur d'ordre au produit fini. Quelques critères importants en la matière sont :
- l'utilisation intérieure ou extérieure
- le niveau de contrainte
- la résistance mécanique
- la résistance chimique
- les méthodes d'application
- la couleur et la brillance souhaitée.

Les facteurs suivants jouent également un rôle important :
- structure de la pièce (démontable ou non)
- taille des pièces
- poids des pièces
- type de métallisation.

Dans tous les cas, il y a lieu de s'adresser au fournisseur des produits de revêtement pour choisir un système adapté à ou élaboré pour l'acier métallisé. A cet effet, il y a lieu de suivre scrupuleusement les prescriptions de mise en œuvre du fournisseur.

Avant d'appliquer la poudre ou la peinture liquide sur la couche de métallisation, il faut éliminer les poussières éventuellement présentes sur la couche à l'aide d'air comprimé. Il est interdit d'effectuer un prétraitement chimique avant l'application du revêtement ! La rugosité de la surface métallisée garantit l'adhérence de la poudre et de la peinture liquide.

La métallisation et l'application du revêtement sur les pièces doivent de préférence être effectuées au sein d'une même entreprise pour limiter les risques liés au transport. Si cela est impossible, l'applicateur du revêtement doit être mis au courant par écrit de l'épaisseur de la couche de métallisation, du moment où celle-ci a été appliquée et des conditions de transport. Dans l'intérêt du donneur d'ordre, l'applicateur de revêtement soumettra le matériel entrant à un contrôle. Si l'applicateur constate un problème, il le mentionne par écrit et ne peut en aucun cas démarrer l'application du revêtement sans l'accord du donneur d'ordre.

7.2 Métallisation + peinture liquide

Après dépoussiérage, la peinture liquide est appliquée directement sur la métallisation. La couche de métallisation homogène appliquée correctement possède naturellement la rugosité nécessaire veillant à la bonne adhérence de la peinture liquide. Se référer au point 6.4. 'Contrôle de la qualité de la couche de métallisation' de la présente directive. Le dégazage est nécessaire pour obtenir un film hermétique. La peinture liquide est appliquée en une ou plusieurs couches : une couche de fond, une éventuelle couche intermédiaire et une couche finale :

- la couche de fond est un sealer élaboré pour la métallisation (voir les instructions du fournisseur de peinture) et doit être appliquée au plus tard dans les 4 ou 24 heures (en fonction des travaux de peinture) après l'application de la couche de métallisation. Ce sealer est vaporisé comme une fine brume (appelé « mistcoat »). Il veille à ce que la peinture soit absorbée de manière capillaire et que l'air soit expulsé des pores. Ce sealer est généralement composé d'une résine époxy.
- La couche intermédiaire et/ou la couche finale seront/sera appliquée(s) par après dans l'atelier ou sur le chantier.

La plupart des peintures contenant des liants insaponifiables sont compatibles avec toutes les couches de métallisation (zinc, zinc-aluminium et aluminium). Les peintures contenant des liants alkydes ne sont pas toujours compatibles avec une couche de métallisation en raison du risque de saponification. Dans ce cas, le fournisseur de peintures doit stipuler par écrit que la peinture est compatible avec la métallisation.

En fonction du degré d'agressivité de l'environnement dans lequel les pièces sont placées, le donneur d'ordre prescrit, en concertation avec le fournisseur de peinture et l'applicateur, les différentes sortes de peintures liquides, leurs épaisseurs de couche et le nombre de couches à appliquer. Si cette information manque, la norme NBN EN ISO 12944-5: 1998 peut servir de référence.

7.3 Métallisation + poudre thermodurcissable

Le revêtement en poudre est appliqué sur la couche de métallisation sans prétraitement chimique.

Le choix du système de revêtement en poudre dépend de l'attente du client final en matière d'aspect extérieur de la couche de revêtement et de la durée de vie prévue. Il est important de connaître les conditions auxquelles la construction sera exposée (voir NBN EN ISO 12944-5:1998).

Etant donné la porosité de la couche de métallisation, il est fermement conseillé d'appliquer une poudre permettant le dégazage. Celle-ci donne le meilleur résultat en matière de durée de vie et d'aspect extérieur.

Les systèmes suivants sont fréquemment utilisés :

- Système monocouche:
  - Produit: poudre polyester résistante à l'environnement extérieur et permettant le dégazage.
  - Epaisseur de couche conseillée : 80-100µm, et aucune mesure inférieure à 64 µm.
  - Remarque: dans de rares cas on applique également une couche de poudre thermoplastique sur une couche de métallisation. Il suffit d'une couche pour atteindre une épaisseur supérieure à 200 µm. Il est fermement conseillé de dégazer au préalable.
- Système bicouche:
  - Produit:
    - Couche de fond: primer époxy ou époxy/polyester permettant le dégazage.
    - Couche de finition: poudre polyester résistante à l'environnement extérieur et aux UV, permettant ou non le dégazage.
  - Epaisseur de couche totale conseillée : 120-160 µm, et aucune mesure inférieure à 96 µm.

Pour une durabilité optimale il est essentiel que le revêtement en poudre achevé forme une barrière entre la couche de métallisation et l'environnement. A cet effet le revêtement en poudre doit être hermétique (l'utilisation d'une poudre permettant le dégazage est indiquée) et suffisamment cuit selon la courbe de température du four prescrite par le fournisseur de poudre. Ce n'est que lors d'une réticulation thermique optimale que le revêtement possèdera les propriétés requises.

En fonction du degré d'agressivité de l'environnement dans lequel les pièces sont placées, le donneur d'ordre prescrit, en concertation avec le fournisseur de poudre et l'applicateur, les différentes sortes de poudres, leurs épaisseurs de couche et le nombre de couches à appliquer.

7.4 Contrôle de la qualité du revêtement (peinture liquide et poudre)

Plusieurs parties sont souvent impliquées dans la construction, la métallisation, l'application du revêtement et le montage du matériau. Lors de l'appréciation des revêtements il est essentiel que ces parties s'accordent sur les exigences de qualité. Une énumération des tests les plus courants est reprise ci-dessous. S'il s'avère toutefois nécessaire d'effectuer des tests supplémentaires ou de fixer d'autres valeurs, il est conseillé d'établir des accords par écrit entre les différentes parties, en vue de déterminer les responsabilités et les clauses de garantie.

7.4.1 Eprouvettes

Les éprouvettes déjà pourvues du revêtement doivent de préférence être prélevées sur le lot de production. Elles doivent être représentatives de la série.

7.4.2 Essais

Les essais mentionnés ci-après doivent être effectués lors de l'enlèvement des pièces, sauf accord contraire entre le donneur d'ordre et l'applicateur.

A. Essais standard

Epaisseur de couche
L'épaisseur de couche totale du système (métallisation + revêtement) est déterminée à l'aide d'un mesureur d'épaisseur de revêtements selon la NBN EN ISO 2178:1995 (méthode magnétique). L'épaisseur de couche totale moins l'épaisseur de couche de la métallisation fournit l'épaisseur de couche du revêtement. Celle-ci doit correspondre aux spécifications du fournisseur de revêtements (sauf accord contraire).
Aucune épaisseur de couche ne peut être inférieure à 80% de l'épaisseur de couche requise. Tout au plus 20% des mesures peut être inférieur à l'épaisseur de couche requise.

Adhérence
L'adhérence de la couche de revêtement doit être déterminée après durcissement complet selon la NBN EN ISO 2409:1995 (essai de quadrillage) accompagné du ruban adhésif selon l'ASTM-D-3359-02. L'incision est effectuée jusque sur la couche de métallisation. Aucun résultat ne peut être inférieur à la classe 1.

Aspect extérieur/contrôle visuel
Un contrôle visuel des faces visibles doit être effectué à l'œil nu, perpendiculairement à la surface, à une distance de 3 mètres pour les applications intérieures et de 5 mètres pour les applications extérieures. A cette distance, le revêtement ne peut présenter de rides, de coulées, d'ondulations, d'inclusions, de piqûres ou d'autres irrégularités pouvant être perçues comme gênantes. Si l'application du produit requiert d'autres distances de contrôle et/ou critères d'appréciation, il y a lieu de fixer ceux-ci préalablement par le donneur d'ordre, l'applicateur et le métalliseur.

Lors de l'application de « metallic-coatings » il est souhaitable, en ce qui concerne les différences de teintes, que l'applicateur consulte préalablement le donneur d'ordre.

B. Essais spécifiques

Couleur
La couleur peut être contrôlée soit par comparaison visuelle selon la NBN EN ISO 3668:2001, soit mesurée selon l'ISO 7724:1984. L'appareil utilisé et les conditions de mesure doivent être déterminés préalablement entre les parties, ainsi que les critères de refus et d'acceptation.

Mesure de la brillance
Lors du contrôle de la brillance selon la NBN EN ISO 2813:1999 sous un angle de 60°, la différence de brillance au sein d'un lot déterminé ne peut dépasser 10% des valeurs indiquées par le fournisseur du revêtement pour le produit durci.

Porosité
Lors d'un contrôle visuel, aucune porosité ne peut détectée. Pour les épaisseurs de couche jusqu'à 500 µm qui sont complètement hermétiques, la porosité du revêtement peut être contrôlée à l'aide d'un générateur basse tension avec éponge. Il y a lieu de se référer à l'ASTM D5162-01.

7.5 Contrôle du processus de durcissement lors du poudrage

Les poudres thermodurcissables doivent être cuites au four selon le cycle prescrit par le fabricant de poudre. Il est donc indispensable de contrôler en continu la température de l'air à différents endroits dans le four à convection. Il est en outre important de mesurer à intervalles réguliers la température des pièces mêmes. Il est conseillé à l'applicateur du revêtement d'élaborer un propre système de qualité tenant compte de la géométrie des pièces à traiter pour surveiller la qualité du laquage.

Le test de polymérisation (test MEK) d'un revêtement poudre est, à côté des mesures effectuées dans le four, une méthode cruciale pour vérifier si les poudres polyester permettant le dégazage sont suffisamment durcies. Ce test est décrit à l'annexe D de la présente directive. Lors de ce test, les indications du fabricant de poudre doivent être observées rigoureusement pour exclure toute appréciation subjective.

8 Annexe A: Bibliographie et références normatives

La directive réfère aux normes suivantes :

- Directive belge duplex DBD 1197 : Critères de qualité pour l'application de revêtements organiques sur l'acier galvanisé à chaud de manière discontinue (système duplex), 3ème édition revue et corrigée septembre 2004, édité par la VOM asbl et PROGALVA asbl.
- NBN EN ISO 1519:2002 Peintures et vernis – Essai de pliage sur mandrin cylindrique.
- NBN EN ISO 2063:2005 Projection thermique : Revêtements métalliques et inorganiques – Zinc, aluminium et alliages de ces métaux.
- ISO 2063:2005: Thermal spraying -- Metallic and other inorganic coatings -- Zinc, aluminium and their alloys.
- EN 15520: Projection thermique – Recommandations sur la conception des assemblages d'éléments comportant un revêtement déposé par projection thermique.
- NBN EN 13507:2001: Projection thermique – Traitement préalable de surfaces de pièces et composants métalliques pour projection thermique.
- NBN EN ISO 2178:1995: Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique (ISO 2178:1982)
- ISO 12944-part 3 (1998): Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 3: Design considerations
- NBN EN ISO 12944-partie 3: Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 3: Conception et dispositions constructives (ISO 12944-3:1998)
- NBN EN ISO 8501-1:2001: Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés – Evaluation visuelle de la propreté d'un subjectile - Partie 1: Degrés de rouille et de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents (ISO 8501-1:1988)
- NBN EN ISO 8503-2:1995: Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés – Caractéristiques de rugosité des subjectiles d'acier décapés - Partie 2: Méthode pour caractériser un profil de surface en acier décapé par projection d'abrasif – Utilisation d'échantillons de comparaison viso-tactile ISO (ISO 8503-2:1988)
- NBN EN ISO 14919:2001: Projection thermique – Fils, baguettes et cordons pour projection thermique à l'arc et au pistolet dans une flamme - Classification – Conditions techniques d'approvisionnement (ISO 14919:2001)
- QUALICOAT specifications for a quality label for paint, lacquer and powder coatings on aluminium for architectural applications, 11th edition, 2nd part test methods and requirements.
- VISEM : Exigences de qualité pour l'application industrielle de revêtements poudres sur l'acier galvanisé à chaud, édité en octobre 2005 - TRADUCTION DU NEERLANDAIS
- VMRG-Exigences de qualité et Recommandations 2007 – TRADUCTION DU NEERLANDAIS

9 Annexe B: Recommandations d'utilisation : Epaisseur de couche minimale recommandée pour diverses applications (en micromètres)

Environnement	Classification des environnements selon EN ISO 12944-2	métal							
		zinc		aluminium		AlMg5		ZnAl15	
		non peint	peint	non peint	peint	non peint	peint	non peint	peint
eau salée	Im2	NR a	100	200	150	250 b	200 b	NR a	100
eau douce	Im3	200	100	200	150	150	100	150	100
environnement urbain	C2 & C3	100	50	150	100	150	100	100	50
environnement industriel	C4 & C5-1	NR a	100	200	100	200	100	150	100
atmosphère marine	C5-M	150	100	200	100	250 b	200 b	150	100
environnement intérieur sec	C1	50	50	100	100	100	100	50	50

a: NR : non recommandé

b: applications offshore

Source:
NBN EN ISO 2063:2005

10 Annexe C: Classification des environnements

Classification	environnement
C2	Exposition dans une zone non urbaine (arrière-pays). Atmosphère caractérisée par un degré de pollution peu élevé, région rurale sèche avec peu de pollution atmosphérique
C3	Zone urbaine et industrielle caractérisée par une pollution SO2 peu élevée (arrière-pays) ou climat maritime non salin
C4	Climat industriel et zones côtières caractérisés par une faible salinité
C5-I	Zone industrielle caractérisée par un taux d'humidité élevé
C5-M	Zones côtières caractérisées par une salinité élevée (offshore)

Source:
NBN-EN-ISO 12944-2 tableau 1

11 Annexe D: Description du test MEK (Methyl-Ethyl-Keton)

Une très bonne indication du durcissement d'une peinture poudre permettant le dégazage est le test MEK (Methyl Ethyl Keton). Ce test permet de comparer la sensibilité d'une peinture poudre complètement durcie (standard) au revêtement à tester (plaquette d'essai). A l'aide d'un morceau d'ouate trempé dans du MEK (et bien essoré) on effectue 30 frottements sur le standard et 30 frottements sur la plaquette d'essai (un frottement = un aller et retour). La mesure dans laquelle l'ouate de la plaquette d'essai se décolore par rapport à celle du standard donne une indication sur le durcissement.
Pour avoir une bonne idée du durcissement, il est important de na pas se concentrer uniquement sur ce test. Il est certainement recommandé de considérer aussi les résultats d'autres tests, comme par exemple le test d'impact et le test d'ébullition.



Cette directive "l'application par projection thermique (métallisation) de couches sur l'acier, recouvertes d'un revêtement organique " est éditée par EVIO.